

18. TJEDAN MOZGA BRAIN AWARENESS WEEK

11. - 17. ožujka 2019.



Učenje i
pamćenje

NOVE SPOZNAJE O NEUROZNANOSTI UČENJA I PAMĆENJA

Goran Šimić

Učenje, pamćenje i spoznaja spadaju u najvažnije mentalne procese. Za otkrivanje mehanizama na kojima se ti procesi temelje koriste se različiti pristupi, uključujući i istraživanja umjetne inteligencije, a glavni im je cilj razumjeti sinaptičku plastičnost. Najnovija tehnološka dostignuća poput optogenetske stimulacije, gdje se proteinima osjetljivim na svjetlost kao što su kanalni rodopsini modulira aktivnost specifičnih populacija neurona, enormno su unaprijedila istraživanja neuronskih krugova pa je danas moguće dati odgovore na neka pitanja iz neuroznanosti koja već dugo čekaju odgovor.

Uvriježeno je mišljenje da se izvanserijske sposobnosti, kao što je npr. izvanredno pamćenje, mogu vidjeti samo kod intelektualno superiornih osoba. Ipak, i kod nekih ljudi sa savant sindromom mogu se vidjeti izuzetne sposobnosti u nekim domenama znanja. Savant sindrom je karakteriziran poglavito disfunkcijom lijeve hemisfere. Za razliku od zdravih osoba koje imaju urođena i razvijena očekivanja prema vanjskom svijetu, um osoba sa savant sindromom mora pojednostavniti svijet oko sebe tako da razvije strogu svakodnevnu rutinu. Kao posljedica navedenog, čini se da osobe sa savant sindromom imaju "privilegiran" pristup neprocesiranim informacijama prije nego se "spakiraju" kroz smislenu procesiranje lijeve hemisfere. Oni tipično više pozornosti pridaju pojedinim dijelovima nego cjelini, što je obilježje koje definira tzv. autistične genije. Takva je povezanost nedavno implicirana u filmu "Magnus" (2016.), a prati život svjetskog prvaka u šahu Magnusa Carlsena koji je već s 13 godina postao velemaistor. Povećani kapacitet pamćenja može se vidjeti i u bolesnika s frontotemporalnom demencijom kod kojih je pretežno zahvaćena lijeva polutka mozga. Slično tome, navedeni se učinak može izazvati i u normalnih ljudi privremenim "isključivanjem" lijevog sljepoočnog režnja pomoću repetitivne transkranijske magnetske stimulacije.

Pored napretka u biomedicinskim istraživanjima na ljudima, nedavno smo svjedočili i izvanrednom postignuću u području umjetne inteligencije. Naime, AlphaZero program je dosegno novu razinu inteligencije u igrama na ploči i to bez ikakvog utjecaja ljudskog znanja, isključivo korištenjem "prazne" artificijelne neuronske mreže i općeg algoritma učenja, što dokazuje njegova pobjeda nad dotad neprikosnovenim računalnim prvakom – programom Stockfish, programiranim na temelju ekspertnog znanja velemaistora (AlphaZero je pobijedio 28 puta, uz 72 remija i bez ijedne izgubljene partije).

Iako smo još uvijek daleko od razumijevanja ljudskog mozga i njegove sinaptičke plastičnosti, vjeruje se da će nam strojno duboko učenje zajedno s napretkom u optogenetici i neinvazivnoj stimulaciji mozga pomoći ne samo u boljem razumijevanju uzročno-posljedičnih veza u različitim neurološkim i psihijatrijskim stanjima, nego i otvoriti put boljim načinima tretiranja poteškoća u učenju, pamćenju i kogniciji koje se javljaju u tim poremećajima.

Rad autora podupire Hrvatska zaklada za znanost (IP-2014-09-9730)

RECENT ADVANCES IN THE NEUROSCIENCE OF LEARNING AND MEMORY

Goran Šimić

Learning, memory, and cognition are some of the most fundamental mental processes. Various approaches have been used to understand mechanisms underlying these processes, including artificial intelligence (AI), with the main goal to clarify the role of synaptic plasticity. Recent technological advances such as optogenetic stimulation, in which light-activated proteins like channelrhodopsin are expressed in specific neurons and used to modulate cells' activity by light, transformed the research on neural circuits by providing tools to analyze old questions.

Traditionally, it was thought that outstanding talents, such as extraordinary memory, could be found only in intellectually exceptional individuals. However, some people with savant syndrome exhibit remarkable abilities in some domains of knowledge. Savant syndrome is associated with a left-hemisphere dysfunction. Unlike the healthy mind, which has built-in expectations about the world, the mind of a savant syndrome person must simplify the world by adopting strict routines. As a consequence, it seems that savants have privileged access to low-level, unprocessed information, before it is "packaged" by meaningful processing of the left hemisphere. Typically, they concentrate more on the parts than on the whole, which is a characteristic of so-called autistic geniuses. This association was raised in a recent movie "*Magnus*" (2016), chronicling the life of world chess champion Magnus Carlsen, who became a grandmaster at age 13. The enhanced memory capacity can be also seen in some patients with frontotemporal dementia with predominant left hemisphere involvement. Similarly, it can also be induced in normal people by creating a virtual injury of the left temporal lobe using repetitive transcranial magnetic stimulation.

In addition to advancements in human research, a breakthrough achievement has been accomplished in the field of AI, as the AlphaZero program achieved superhuman performance in board games without any domain knowledge except the game rules. By using only an "empty" artificial neural network and a general reinforcement learning algorithm from self-play it defeated the world's best chess program made in cooperation with grandmasters (winning 28, drawing 72, and losing none in a victory over Stockfish).

Although we are still far from understanding the human brain and its synaptic plasticity, it is believed that machine deep learning together with advancements in optogenetics and non-invasive brain stimulation will help us to not only acquire a better understanding of the mechanistic underpinnings of various neurological and psychiatric conditions, but also to facilitate improvements in treating difficulties in learning, memory, and cognition observed in these disorders.

Author's work is funded by the Croatian Science Foundation (IP-2014-09-9730).